

# (54) FEEDING CIRCUIT FOR WAVEGUIDE SLOT ANTENNA

(11) 4-105404 (A)

(43) 7.4.1992 (19) JP

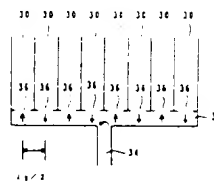
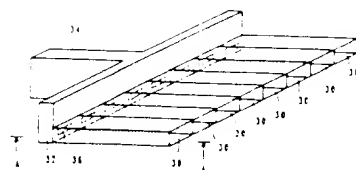
(21) Appl. No. 2-224783 (22) 27.8.1990

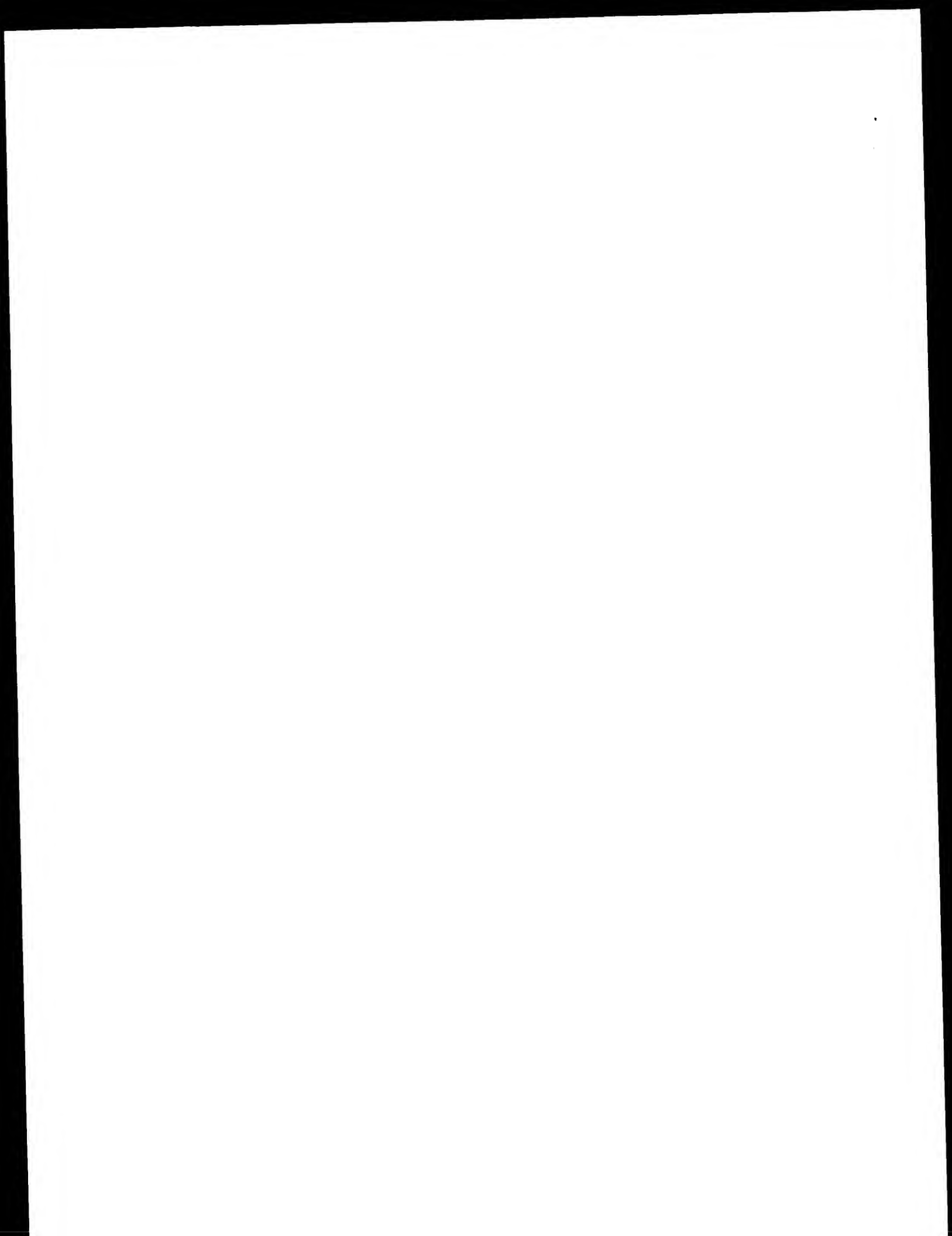
(71) NAOHISA GOTO (72) NAOHISA GOTO

(51) Int. Cl. H01P5 12, H01Q1 50, H01Q13 10, H01Q13 22, H01Q21 06

**PURPOSE:** To easily manufacture the circuit coupling power readily by butting an H plane of a feeding waveguide to a termination face of a radiation waveguide array comprising lots of radiation waveguides each having a radiation slot and feeding each radiation waveguide through an E plane branch.

**CONSTITUTION:** Since feeding slots 36 are arranged at an interval of  $\lambda_g/2$  ( $\lambda_g$  is a guide wavelength of a feeding waveguide 32) in the guide axis direction of the feeding waveguide 32, adjacent radiation waveguides 30 are fed in opposite phase. Thus, a radio wave from an input output waveguide 34 excites the feeding waveguide 32 through the E-plane branch horizontally in opposite phase. Thus, the direction of the electric field in the inside of the feeding waveguide 32 is a direction as shown in the arrow. Thus, power is fed efficiently to the radiation waveguide, the analysis is simplified and the design and manufacture are facilitated.





⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-105404

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)4月7日

H 01 P 5/12  
H 01 Q 1/50  
13/10  
13/22  
21/06

7741-5 J  
7046-5 J  
7741-5 J  
7741-5 J  
7741-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全10頁)

⑭ 発明の名称 導波管スロット・アンテナの給電回路

⑯ 特 願 平2-224783

⑰ 出 願 平2(1990)8月27日

⑱ 発 明 者 後 藤 尚 久 神奈川県川崎市宮前区土橋6丁目15番地1 宮前平バーム  
ハウスA-514

⑲ 出 願 人 後 藤 尚 久 神奈川県川崎市宮前区土橋6丁目15番地1 宮前平バーム  
ハウスA-514

⑳ 代 理 人 弁理士 田中 常雄

明 細 書

1. 発明の名称

導波管スロット・アンテナの給電回路

2. 特許請求の範囲

(1) 放射スロットを具備する多数の放射導波管からなる導波管スロット・アンテナの給電回路であって、H面で所定数の各放射導波管の終端面に連通する1個以上の給電導波管からなることを特徴とする導波管スロット・アンテナの給電回路。

(2) 更に、入力電波をE面分岐により当該1個以上の給電導波管に導く1個以上の分岐導波管を具備することを特徴とする特許請求の範囲第(1)項に記載の導波管スロット・アンテナの給電回路。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、導波管スロット・アンテナの給電回路に関する。

[従来の技術]

多数の放射スロットを具備する導波管を多数並

置して、当該放射スロットから所定偏波の電波を放射する導波管スロット・アンテナは、周知である(例えば、昭和63年特許願第37203号、昭和63年特許願第146392号、平成1年特許願第4876号、平成1年特許第6046号、平成1年実用新案登録願第85690号)。

このような導波管スロット・アンテナでは、各放射導波管を所定の位相関係で給電又は励振する必要があり、そのための給電回路としては、並置された放射導波管の首軸と直交する方向に延びる給電導波管を、放射導波管の放射スロットを具備する面とは反対の側面に配置したり、放射導波管の一端に配置する構成が知られている。前者の斜視図を第3図に示し、後者の斜視図を第4図に示す。

第3図を簡単に説明する。10が一側面(H面)に所定規則で放射スロット12を開けてある放射導波管、14が放射導波管10、10、・・・に給電する給電導波管である。給電導波管14は、給電導波管14の首軸に対して交互に逆方向に傾

けた結合スロット16を介して各放射導波管10と結合している。従って、給電導波管14は各放射導波管10とH面分岐により結合している。

第4図を簡単に説明する。なお、詳細は昭和53年特許願第37203号に記載されている。20が一側面(H面)に所定規則で放射スロット22を開けてある放射導波管、24が放射導波管20を励振又は給電する給電導波管、26が給電導波管24を励振する給電プロープ、28は給電導波管24の電波を各放射導波管20に結合する結合スロットである。放射スロット22は、隣接する放射導波管20で反対称に配置されている。給電導波管24はE面で放射導波管20の端面に面しており、結合スロット28は、給電導波管24の管内波長 $\lambda_g$ の1/4の間隔で形成されている。給電導波管24は給電プロープ26により励振され、その励振電波は定在波となって、各結合スロット28を介して放射導波管20に結合する。

[発明が解決<sup>しよう</sup>する課題]

第3図の構造では、H面分岐により給電するの

回路は、放射スロットを具備する多数の放射導波管からなる放射導波管アレイの端面に給電導波管のH面を突き合わせ、E面分岐により各放射導波管に給電するようにした。

更には、入力電波をE面分岐により各給電導波管に導く1個以上の分岐導波管を設けた。

[作用]

給電導波管による放射導波管への給電がE面分岐になるので、電力結合効率がよくなる。また給電導波管をそのH面の中心軸線で2分割しても支障無いので、給電導波管を簡単に製造できるようになる。

また、分岐導波管を設けると、個別の給電導波管が給電する放射導波管の数を少なくでき、この結果、解析及び設計が簡単になる。

また、分岐導波管同士、及び分岐導波管と給電導波管とをE面分岐により結合するので、分岐導波管及び給電導波管からなる部分を、先に述べたように2分割でき、従って非常に簡単に製造できるようになる。

で、電力結合効率が悪いと言う欠点がある。また、各結合スロット16を給電導波管14の首軸に対して斜めに形成しなければならず、その解析、設計及び製造が難しいという欠点もある。更には、周波数帯域が狭い、全体が三次元構造になり厚くなるという欠点がある。

これに対し、第4図の従来例では、全体を平面状にすることができるという利点があるものの、給電導波管24と各放射導波管20とがH面分岐になっているので、電力が分岐しにくいという欠点がある。

また従来の給電回路の構造では、給電導波管を打ち抜きなどの高コストの方法により製造しなければならない、安くできないという欠点がある。

そこで本発明は、電力が結合しやすい給電回路を提示することを目的とする。

本発明は更に、製造しやすい給電回路を提示することを目的とする。

[課題を解決するための手段]

本発明に係る導波管スロット・アンテナの給電

[実施例]

以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図は、逆相給電の場合の本発明の一実施例の斜視図を示し、第2図はその導波構造を示す。第2図の矢印は電界の方向を示す。第2図は、第1図のA-A線における断面図に相当する。30は放射導波管であり、32は給電導波管、34は入出力導波管である。各放射導波管30のH面には、上述の公報等に記載される周知の放射スロット(図示せず。)が所定の位置及び大きさで開けられている。入出力導波管34は、その端面の全体で給電導波管32と連通している。給電導波管32はその長辺側面(H面)において、放射導波管30の端面と当接しており、各放射導波管30とは給電スロット36を介して連通している。

給電スロット36は、給電導波管32のH面上で、当該H面の中心軸線からずれた位置に設けられている。給電スロット36はまた、給電導波管32の首軸方向に、 $\lambda_g/2$  ( $\lambda_g$ は給電導波管

3 2の管内波長1/2間隔で配置されており、これにより、第2図からも分かるように、隣接する放射導波管3 0は逆相に給電される。

第1図及び第2図に図示した実施例の動作を簡単に説明する。入出力導波管3 4からの電波は、E面分岐により給電導波管3 2を左右方向に逆位相で励振し、これにより、給電導波管3 2の内部の電界方向は第2図に矢印で示す方向になる。従って、給電導波管3 2のH面に第2図に示すように放射導波管3 0を $\lambda_g/2$ 間隔で結合することにより、隣接する放射導波管3 0は互いに逆位相で励振される。

ここで、給電スロット3 6のようなE面分岐のための結合スロットの基本動作を、第5図を参照して簡単に説明する。導波管の管壁には、第5図に実線矢印で示すように電流が流れる。従って、導波管の管軸方向に細長いスロット（以下、本明細書では「縦スロット」と呼ぶ。）3 8は、H面の中心軸線からずれた位置に配置する必要があり、また、導波管の断面方向に細長いスロット（以下、

本明細書では「横スロット」と呼ぶ。）3 9は、H面の中心軸線上に配置すればよい。第5図からも分かるように、縦スロット3 8と横スロット3 9とは、配置すべき位置が管軸方向で $\lambda_g/4$ だけずれる。第1図及び第2図に図示した給電スロット3 6は縦スロットである。また、入出力導波管3 4と給電導波管3 2との結合形態は、基本的に横スロットである。

第6図は、逆相給電で2段分岐構造にした本発明の別の実施例の斜視図、第7図はその導波構造図である。第7図は、第6図のB-B線の断面図に相当する。第7図の矢印は電界方向を示す。

第6図及び第7図に図示した実施例では、入出力導波管と給電導波管との間に、分岐導波管を設け、1つの給電導波管が給電する放射導波管の数が少なくて済むようにしている。これにより、解析が容易になり、従って設計・製造も簡単になる。

第6図及び第7図において、4 0（4 0-1、・・・、4 0-8）は放射導波管であり、そのH面に多数の放射スロット（図示せず）を開けてあ

る。4 2、4 4は放射導波管4 0に給電する給電導波管、4 6は入出力導波管、4 8は入出力導波管4 6からの電波を給電導波管4 2及び同4 4に分岐する分岐導波管である。入出力導波管4 6はその終端面に設けた結合スロット4 7により分岐導波管4 8のH面に連通し、分岐導波管4 8は、入出力導波管4 4からの給電点（結合スロット4 7）から $\lambda_g$ の位置に設けられた分岐スロット5 0、5 2を介して、それぞれ給電導波管4 2、4 4に結合する。分岐スロット5 0、5 2は上述の横スロットである。

放射導波管4 0-1、・・・、4 0-4は給電導波管4 2と給電スロット5 4、5 4、5 4、5 4を介して連通し、放射導波管4 0-5、・・・、4 0-8は給電導波管4 4と給電スロット5 6、5 6、5 6、5 6を介して連通している。給電スロット5 4、5 6は縦スロットであり、第1図及び第2図に図示した給電スロット3 6と同様の形状及び位置関係で配置されている。

第6図及び第7図に図示した実施例では、入出

力導波管4 6は、第1図及び第2図に図示した給電導波管3 2と同様に、分岐導波管4 8を左右反転方向で励振する。入出力導波管4 6による給電点から $\lambda_g$ の位置に設けられた分岐スロット5 0、5 2では、第7図に示すように、電界方向は同じになり、従って、給電導波管4 2、4 4は同位相で励振される。給電導波管4 2は縦スロットである給電スロット5 4により、隣接する放射導波管4 0-1、・・・、4 0-4を互いに逆位相で励振し、給電導波管4 4は縦スロットである給電スロット5 6により、隣接する放射導波管4 0-5、・・・、4 0-8を互いに逆位相で励振する。

次に、逆相給電で3段分岐構造にした実施例を説明する。第8図はその斜視図、第9図は導波構造を示す。第9図は第8図のC-C線の断面図に相当する。第9図で、矢印は電界方向を示す。5 8（5 8-1、～、5 8-8）はH面に放射スロット（図示せず）を開けられた放射導波管、6 0は放射導波管5 8-1、5 8-2に給電する給電導波管、6 2は放射導波管5 8-3、5 8-4に

給電する給電導波管、64は放射導波管58-5、58-6に給電する給電導波管、66は放射導波管58-7、58-8に給電する給電導波管である。68は入出力導波管、70、72、74は分岐導波管であり、分岐導波管70は入出力導波管68からの電波を分岐導波管72、74に分岐し、分岐導波管72は給電導波管60、62に分岐し、分岐導波管74は給電導波管64、66に分岐する。

分岐導波管70と分岐導波管72との間の分岐スロット76は、入出力導波管68から $\lambda g$ の位置に設けられ、分岐導波管70と分岐導波管74との間の分岐スロット78は、分岐スロット76とは逆方向で入出力導波管68から $\lambda g$ の位置に設けられている。また、分岐導波管72と給電導波管60、62との間の分岐スロット80、82は分岐スロット76からそれぞれ反対方向に $\lambda g/2$ だけ離れて配置され、分岐導波管74と給電導波管64、66との間の分岐スロット84、86は分岐スロット78からそれぞれ反対方向に $\lambda g/2$ だけ離れて配置されている。分岐スロット

76、78、80、82、84、86は上述の横スロットであり、電力結合効率かより、左右方向に分岐する電波の位相の乱れも少ない。

給電導波管60は、分岐スロット80からそれぞれ反対方向に $\lambda g/4$ 離れた給電スロット88、88により放射導波管58-1、58-2に給電する。給電導波管62の給電スロット90、90、給電導波管64の給電スロット92、92、及び給電導波管66の給電スロット94、94も同様に、それぞれ分岐スロット82、84、86から反対方向に $\lambda g/4$ 離れた位置に配置され、放射導波管58-3~58-8に給電する。給電スロット88、90、92、94は給電スロット36と同様の縦スロットである。

入出力導波管68により分岐導波管70が励振され、前述と同様に、分岐スロット76、78の電界位相は同じになる。従って、分岐導波管72、74は同位相で励振される。分岐スロット80、82；84、86は分岐スロット76；78に対

して反対方向で同じ距離に位置するので、分岐スロット80、82、84、86の電波は全て、同じ位相になり、給電導波管60、62、64、66は同相で励振される。縦スロットである給電スロット88、88は横スロットである分岐スロット80から $\lambda g/4$ だけ離れているので、第5図の説明から分かるように、当該分岐スロット80により給電スロット88、88が最大限に逆相励振され、従って、放射導波管58-1、58-2が逆相に励振される。同様にして、放射導波管58-3~58-8は交互に逆相に励振される。

次に、同相給電で2段分岐の場合の実施例を説明する。第10図はその斜視図、第11図は導波構造図を示す。第11図は、第10図のD-D線における断面図に相当する。第11図で、矢印は電界方向を示す。

第10図及び第11図において、100(100-1、・・・、100-8)は放射導波管であり、そのH面に多数の放射スロット(図示せず)を開けてある。102は放射導波管100-1~100-4に給電する給電導波管、104は放射導波管100-5~100-8に給電する給電導波管、106は入出力導波管、108は入出力導波管104からの電波を給電導波管102及び同104に分岐する分岐導波管である。入出力導波管106はその終端面で分岐導波管108のH面に連通し、分岐導波管108は、入出力導波管106からの給電点から $\lambda g$ の位置に設けられた分岐スロット110、112を介して、それぞれ給電導波管102、104に結合する。分岐スロット110、112は上述の横スロットである。

放射導波管100-1と同100-2との間の隔壁は、給電導波管102のH面の壁面から少し離れており、当該隔壁の延長線上の、給電導波管102のH面に縦スロットである給電スロット114を開けてある。従って、放射導波管100-1と同100-2は、給電スロット114により同時に、即ち同相で給電される。この同相給電構造自体は、昭和63年特許願第37203号に詳細に説明されている。

同様に放射導波管100-3と同100-4との間の隔壁の延長線上に位置する給電スロット116か、放射導波管100-3、100-4を同相給電する。給電スロット116は分岐スロット110から $\lambda g/4$ の位置にあり、これにより、給電スロット114、116の位置で最大電界となる。放射導波管100-5と同100-6を同相給電する給電スロット118、及び放射導波管100-7と同100-8を同相給電する給電スロット120も、給電スロット114、116と同様である。なお、給電スロット114、116、118、120は上述の縦スロットである。

第10図及び第11図に図示した実施例では、入出力導波管106は、第1図及び第2図に図示した給電導波管32と同様に、分岐導波管108を左右反転方向で励振する。入出力導波管106による給電点から $\lambda g$ の位置に設けられた分岐スロット110、112では、第11図に示すように、電界方向は同じになり、従って、給電導波管102、104は同相で励振される。給電導波管102内

134、136、138、140は給電スロット、142(142-1~142-8)は放射導波管である。矢印は電界方向を示す。この変形例では、一方の分岐スロット126は、入出力導波管122の給電点から $5\lambda g/4$ の位置に配置され、他方の分岐スロット128は入出力導波管122の給電点から $3\lambda g/4$ の位置に配置される。これは、第5図を参照した説明から分かるように、縦スロットと横スロットでは、好ましい位置が音軸方向に $\lambda g/4$ ずれているからである。

給電導波管130の給電スロット134、136は分岐スロット126からそれぞれ $\lambda g/2$ の位置に配置され、給電導波管132の給電スロット138、140は分岐スロット128からそれぞれ $\lambda g/2$ の位置に配置されており、全放射導波管142-1~142-8は、第11図の場合と同様に、給電スロット134、136、138、140により同相で給電される。

次に、第6図及び第7図に図示した実施例の製造方法の一例を説明する。導波管のH面(長辺側

では、給電スロット114、116の位置で電界が同相で最大になり、この結果、放射導波管100-1~100-4が同相で給電される。同様に、放射導波管100-5~100-8も同相で給電される。従って、全ての放射導波管100-1~100-8が同相で給電される。

第10図及び第11図に図示した実施例では、分岐スロット110、112に対して給電導波管102、104及びその給電スロット114、116、118、120が非対称で位置するので、給電導波管102、104及び給電スロット114、116、118、120の設計及び製造が複雑になる。これに対しては、分岐スロット110、112を横スロットでなく縦スロットとすることにより、分岐スロットに対して給電スロット114、116、118、120を対称に配置できる。第12図はその変形例の導波構造を示す。

第12図において、122は入出力導波管、124は分岐導波管、126、128は縦スロットである分岐スロット、130、132は給電導波管、

側面)の中心軸線位置には電流が流れないという事実がある。第6図及び第7図に図示した実施例でいえば、給電導波管42、44、入出力導波管46及び分岐導波管48をH面の中心軸線位置で2つに分割しても、導波管性能として支障が無い。この事実を利用して、導波管42、44、46、48からなる給電回路部分、及び放射導波管を簡単に製造することができる。また、逆相給電の場合、各放射導波管を隔離する隔壁には電流が実質的に流れないことが分かっているので(平成1年特許願85690号)、並置された放射導波管40の部分も簡単に製造できる。

第13図は、第6図及び第7図に図示した実施例を製造する場合の分解斜視図である。第6図及び第7図と同じ構成要素には同じ符号を付してある。給電導波管42、44及び分岐導波管48(並びに、可能ならば入出力導波管46)をそのH面の中心軸線に沿って2つの半体に分離し、その各半体に相当する部材150、152を個別に製造する。なお、上半体150及び下半体152におい

て、154、156は分岐導波管48と給電導波管42、44とを分離する中央隔壁158、160は分岐導波管46の入出力導波管46側のH面を形成する側壁、162、164は給電導波管42、44の放射導波管40の側のH面の形成する側壁である。166は給電導波管42と同44とを区分する終端板である。このような終端板166も、上半体150と下半体152のように2分割し、夫々を上半体150及び下半体152に先に固定しておくのが好ましい。

上半体150及び下半体152の中央の隔壁154、156には、分岐スロット50を形成するための切込み50A、50B、及び分岐スロット52を形成するための切込み52A、52Bを形成してあり、側壁158、160には、入出力導波管46との結合スロット47を形成するための切込み47A、47Bを形成してあり、側壁164には、給電スロット54を $\lambda/2$ の間隔で開けてある。

上半体150の側壁158、162及び中央隔

よいことが分かっている(平成1年特許願85690号)。従って、壁板172は予め底板168又は放射スロット板170の何れか一方に溶接などしておけばよい。

放射スロット板170の端部は、下半体152を受容できるように折り曲げられており、その折り立てた部分170Aに、給電スロット54、56のための開口174を開けてある。

開口174自体を給電スロット54、56として機能させることもでき、その場合には、下半体152は、第14図に示すような構造であってもよい。即ち、放射導波管40に接する側の側壁で、給電スロット54、56の位置する部分に大きな開口176を設けておく。放射スロット板170の折り立てた部分170Aが、給電導波管42、44の側壁として機能する。

第6図及び第7図に図示した実施例以外の実施例も、同様にH面の中心軸線に沿って2分割でき、従って、簡単に製造できる。

上述の各実施例では、例えば12GHz帯の場合、

壁154と、下半体152の側壁160、164及び中央隔壁156とか夫々接触するように、上半体150と下半体152を接近させて互いに固定すれば、給電導波管42、44と分岐導波管46を形成できる。切込み50A、50Bにより分岐スロット50が形成され、切込み52A、52Bにより分岐スロット52が形成され、切込み47A、47Bにより入出力導波管46との結合スロット47が形成される。後は、各導波管42、44、46の端面を所定の位置で終端すればよい。勿論、終端板166と同様に、2分割した終端板をそれぞれ上半体150と下半体152に先に固定しておくのが便利である。

また、168はアンテナ全体の底板であり、170は放射スロットを開けた放射スロット板であり、同時に、放射導波管40の上導体壁を構成する。172、172、・・・は放射導波管40の側壁を形成するための壁板である。逆相給電の場合、壁板172は、底板168又は放射スロット板170の何れか一方に電氣的に接続していれば

放射導波管、給電導波管及び分岐導波管の長辺は約20mm程度であり、放射導波管の短辺は約5mm程度、給電導波管及び分岐導波管の短辺は損失を避けるために約9.5mm程度である。

上述の各実施例では、E面分岐による給電及び分岐を採用するので、電力の結合効率が良くなる。分岐構造の採用により、各導波管を短くでき、これにより解析、設計及び製造が簡単になる。また、給電回路全体を2分割で製造できるようになり、この点でも、製造が簡単化でき、安価な導波管スロット・アンテナを提供できるようになる。

本発明は、定在波型及び進行波型のどちらの導波管スロットアンテナにも適用できる。本発明において、給電導波管が給電する放射導波管の数、及び分岐導波管による分岐数は図示例に限定されない。また、電波を放射する場合で説明したが、相反定理に従い、受信用にも使用できることはいうまでもない。

[発明の効果]

以上の説明から容易に理解できるように、本発



明によれば、効率よく電力を放射導波管に給電できるようになる。また、解析が簡単になり、従って設計製造も容易になる。更には、板材の加工により製造できるので、安価に提供できるようになる。

#### 4. 図面の簡単な説明

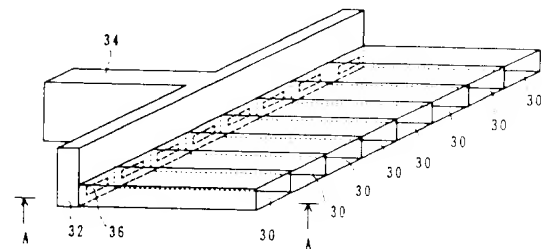
第1図は本発明の一実施例の斜視図、第2図は第1図のA-A線で見えた導波構造図、第3図及び第4図は従来例の斜視図、第5図は縦スロットと横スロットの作用説明図、第6図は逆相給電・2段分岐の実施例の斜視図、第7図は第6図のB-B線で見えた導波構造図、第8図は逆相給電・3段分岐の実施例の斜視図、第9図は第8図のC-C線で見えた導波構造図、第10図は同相給電・2段分岐の実施例の斜視図、第11図は第10図のD-D線で見えた導波構造図、第12図は同相給電・2段分岐の別の実施例の導波構造図、第13図は、第6図及び第7図に図示した実施例の製造のための組み立て分解図、第14図は、第13図の下半体152の代替例である。

30：放射導波管 32：給電導波管 34：入出力導波管 36：給電スロット 38：縦スロット 39：横スロット 40(40-1, ..., 40-8)：放射導波管 42, 44：給電導波管 46：入出力導波管 47：結合スロット 48：分岐導波管 50, 52：分岐スロット 54, 56：給電スロット 58(58-1, ..., 58-8)：放射導波管 60, 62, 64, 66：給電導波管 68：入出力導波管 70, 72, 74：分岐導波管 76, 78, 80, 82, 84, 86：分岐スロット 88, 90, 92, 94：給電スロット 100(100-1, ..., 100-8)：放射導波管 102, 104：給電導波管 106：入出力導波管 108：分岐導波管 110, 112：分岐スロット 114, 116, 118, 120：給電スロット 122：入出力導波管 124：分岐導波管 126, 128：分岐スロット 130, 132：給電導波管 134, 136, 138, 140：給電スロット 142(142-1

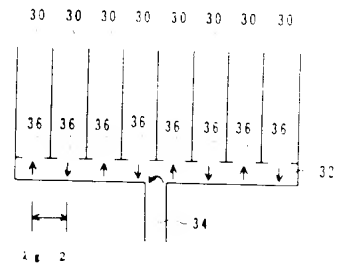
~142-8)：放射導波管 150：上半体 152：下半体 154, 156：中央隔壁 158, 160, 162, 164：側壁 166：終端板 47A, 47B；50A, 50B；52A, 52B：切込み 168：底板 170：放射スロット板 172：壁板 174：開口 176：開口

特許出願人 後藤 尚久

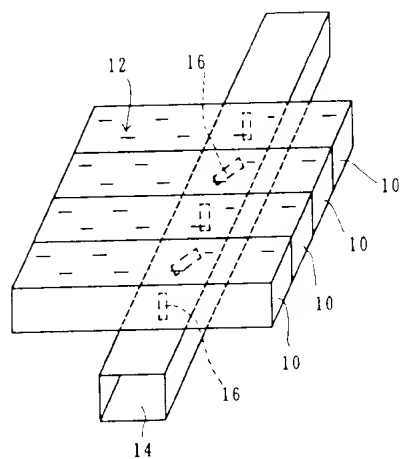
代理人井理士 田中 常雄



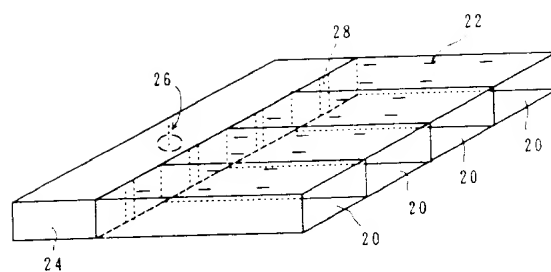
第1図



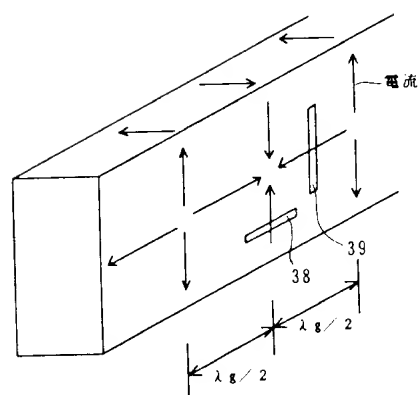
第2図



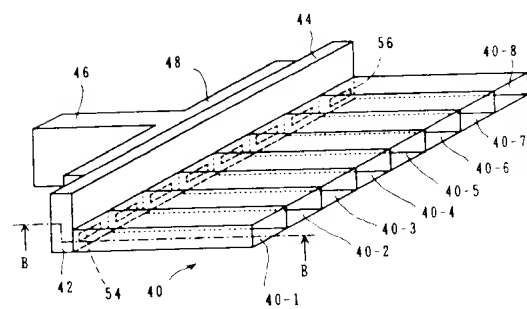
第 3 図



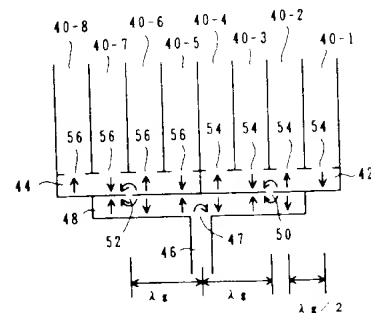
第 4 図



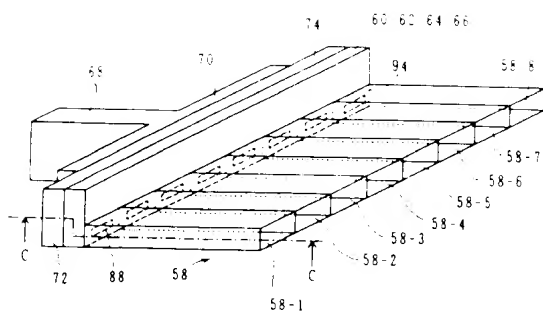
第 5 図



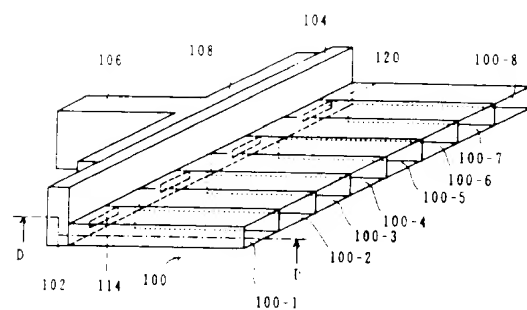
第 6 図



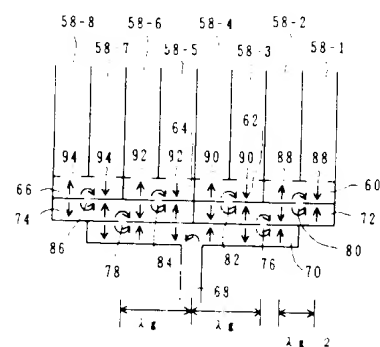
第 7 図



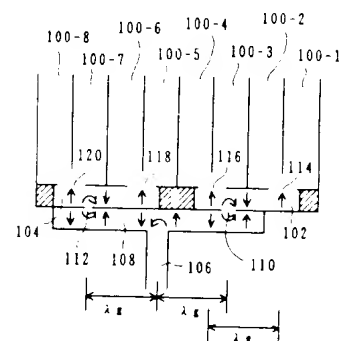
第 8 図



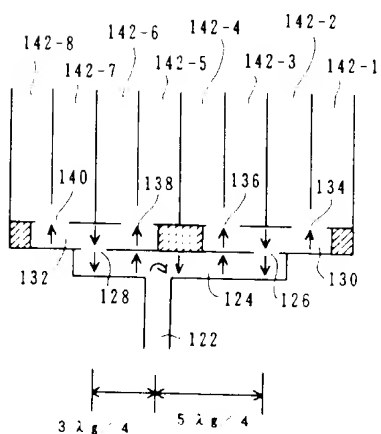
第 10 図



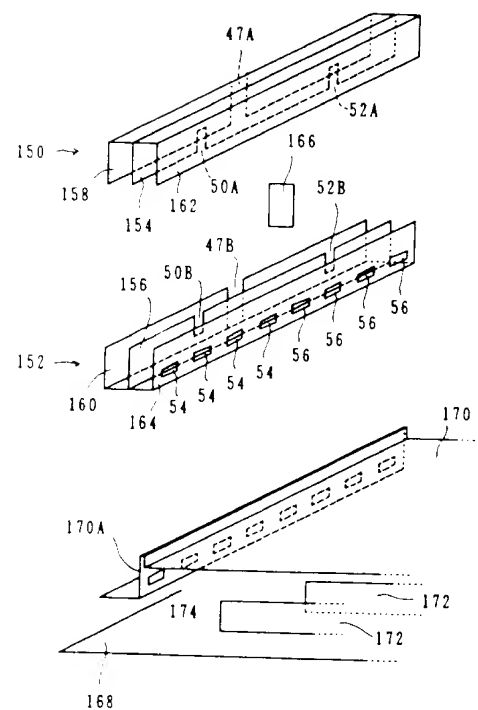
第 9 図



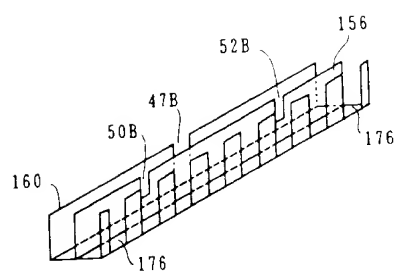
第 11 図



第 12 図



第 13 図



第 14 図